

文章编号: 1672 - 058X(2009)01 - 0084 - 04

智能交通灯控制系统的设计和仿真^{*}

王 灿, 何 淳, 吴亚龙, 谷明信, 程发银

(重庆工商大学 计算机科学与信息工程学院, 重庆 400067)

摘 要:在使用压力传感器实时采集交通路口各方向车流量数据的基础上,提出了一套自动周期自动交通灯比例时长和固定周期自动交通灯比例时长相结合的智能交通控制方案,即根据车流量的实际情况,自动调节信号周期和红绿灯配时比例,以尽量减少道路交通路口的车辆滞留,实现交通灯的智能化控制;使用 MATLAB 编制了仿真程序,对方案进行了仿真实验,结果显示:平均车辆延误时间比传统的固定配时方案以及采用模糊算法或改进的模糊算法方案都低;该方案不受时间和地域影响,对所有交通路口均能达到最优化的交通灯控制。

关键词:交通灯;智能控制;平均延误时间

中图分类号: TP 273

文献标识码: A

随着我国经济水平的高速发展,人民的消费水平不断提高,在道路上行驶的各种机动车辆不断增多,这给城市交通带来了巨大压力。传统的单交叉口交通信号控制一般采用定时控制方案,这种方案最主要的缺点在于,当车流量变化较大时,时常会因为放行不合理导致交通阻塞。为此,研制一套根据车流量自动控制交通灯时长的智能交通控制系统是很有意义的。对智能交通控制已进行了多年的研究,早期主要采用模糊逻辑方法,并取得了不错的仿真结果^[1-4]。然而,模糊控制器的设计还存在许多问题,如简单的模糊处理将导致系统的控制精度降低和动态品质变差;模糊规则难以总结;量化因子、比例因子及隶属度函数的选取多采用试凑法,人为因素影响大;而单纯依靠设计者的经验和反复调试,使整个设计过程缺乏系统性,造成模糊控制器的设计无法保证有最优的控制性能等。基于此,后续的研究多采用遗传算法或改进的遗传算法^[5,6],但这种方法仍然存在一些问题,如可能导致进化缓慢和过早收敛现象的发生等。在此提出了一套适用于所有时间段,适用于所有交通路口的红、绿灯配时自动调节方案,该方案能根据自动获取的车流量数据通过分析和处理,获取最优化的配时比例和周期。

1 车流量统计

系统使用压力传感器检测通过各车道的车辆数。压力传感器的选择应使其具有尽可能宽的工作范围,即能对在道路上行驶的各种机动车辆都敏感。经调研发现,一般的机动车重量在 1 000 kg 以上,2 000 kg 以下,例如货车重量大部分在 1 200 kg 左右,客车重量净重量也在 1 500 kg 左右,但也存在如摩托车这样的重量只有 170 kg 左右的小型机动车辆,和重量超过 10 T 的特大型卡车。假设 170 kg 为最小机动车的净重,而中华人民共和国国家体育总局统计成年男性的平均体重为 66.5 kg,成年女性的平均体重为 56.8 kg,因此,压力传感器的敏感下限为 226.8 kg。压力传感器的另一个特性指标是其承受压力的能力,在特大型卡车满载的压力下,压力传感器要能够正常工作。依据这两个指标选择的压力传感器可以作为本系统的车流

收稿日期: 2008 - 11 - 03;修回日期: 2008 - 12 - 25。

*基金项目:重庆工商大学学生科技创新基金资助项目(083010)。

作者简介:王灿(1986-),女,石家庄市辛集人,重庆工商大学 2006 级应用物理专业,从事系统控制研究。

量检测工具。

城市中典型的交叉路口为双向 6 车道,如图 1 所示,每个方向第 1、第 2 和第 3 车道分别为右转、直行和左转车道。在每个车道的远侧和近侧分别埋设一个压力传感器检测车流量数据,两个检测器之间为各车道的检测区,设定这一距离为 100 m。远侧检测器执行通行车辆数加操作,近侧检测器执行减操作,这样任意时刻检测区获得的数据即为该方向等待放行的车辆数。当某一相位绿灯亮时,系统将该车道收集的数据存储,作为判断交通状态和决定下一周期通行时间的依据。

2 控制模式

采用常用的四相位方式放行,在第一相位允许东西方向直行车辆通行,第二相位允许东西方向左转车辆通行,第三相位南北方向直行车辆获通行权,第四相位南北方向左转车辆通行。四个相位顺序循环切换,交通灯之间采用短时黄进行缓冲警告。对于右转车流,由于不与其他车流发生冲突,因此只需要与横穿马路的人流和自行车流分时通过即可,在这里不予讨论,也不必埋设传感器统计车流量。

系统采用根据传感器获得的等待放行车辆数适时控制放行时间的自动周期自动交通灯时长比例的方法和固定周期自动调节交通灯时长比例两种方法相结合,在各方向车辆数比较均衡的交通低峰时段采用自动周期,在某方向或几个方向出现交通高峰时采用固定周期自动调节交通灯时长比例方式。两种方式判断的标准是是否出现两个或更多方向的排队车辆占满计数区,即如果出现两个方向的车辆排队长度超过 100 m 即使用第二种控制方式,否则使用第一种方式。不管采用哪种方式,系统都要设定一个最短绿灯时长和最大绿灯时长。设定最短绿灯时长的目的是为了保证每一条道路都不会因为车流量过小而不给通行时间,设定原则是能让少量车辆能安全通过路口而不影响交通安全,一般取 $t_0 = 15 s^{[7]}$ 。最大时长的设定是为了不让某方向长时间占用通行权,使其他方向的车辆的延误时间增大,对于不太大的单交叉路口,绿灯时间一般不超过 60 s,因此设定 $t_m = 60 s$ 。

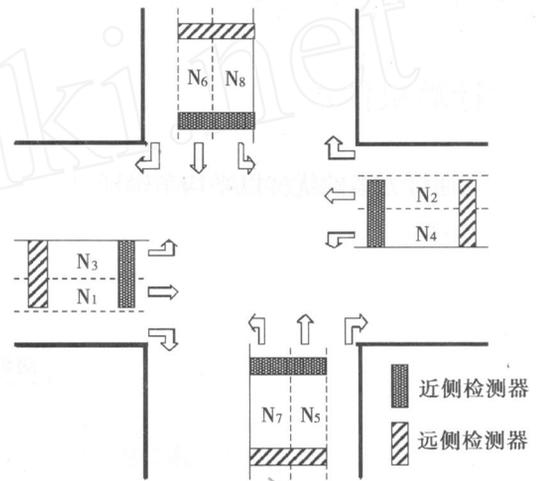


图 1 交叉路口车流示意图

2.1 自动绿灯时长方案

一般车辆在距路口 100 m 左右就会根据行驶方向自动进入相应车道,因此在此假定某时刻每车道的检测区内的车辆数即为该通行方向等待通行的车辆数。由于远侧检测器执行加操作,即每通过一辆,车辆数加一,而近侧检测器执行减操作,即每通过一辆,车辆数减一,因此不管交通灯处于红灯期间还是绿灯期间,检测区都能实时提供等待通行车辆的数据。本系统的方案是在绿灯期间,当等待通行车辆数降低到某一个数 N 时,即可自动关闭,下一项开始通行,这个最小车辆数称为留存数。应该注意,每一相通行车辆有两个方向,设定的留存数 N 要求两个方向的车辆数都小于这个数。

对留存数 N ,可以根据平均车辆延误时间进行优化。使用 MATLAB 编制了仿真程序,以 12 000 s 为一个仿真周期,对每一个 N 值进行 10 次计算,得到的平均车辆延误时间求平均值,结果列于表 1。可以看出,取 $N = 6$ 时,平均车辆延误时间最小。

表 1 不同留存数对应的平均车辆延误时间

N	3	4	5	6	7	8	9	10
平均车辆延误时间	62.50	57.12	52.08	48.67	51.51	53.83	53.79	58.52

2.2 固定周期方案

自动绿灯时长方案能够根据需要通行的车辆数和车辆达到的情况自动调节绿灯时长,但存在一个问题,

就是在几个方向同时出现交通高峰时会造成其他方向的车辆连续长时间的等待,从而增加车辆延误时间。据此,对两个以上的相出现交通高峰时,采用固定交通灯周期,自动调节时长比例的方案。

两种方案区分的标准是看是否有两个以上的等待通行车辆数占满检测区。如果没有则自动执行第一种方案,如果有则选择第二种方案。以每辆车平均占用 3 m 车道长度,则 100 m 检测区能容纳 33 辆车。在一个周期开始,对上一周期中每一相绿灯前的车辆数进行判断,有两个以上方向的等待车辆数超过 33,则选择固定周期方案。

设 P_1 、 P_2 、 P_3 和 P_4 分别是每一相两个方向等待通行车辆数的最大值,则本周期每一相的绿灯时长为:

$$t_1 = \frac{TP_1}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}; t_2 = \frac{TP_2}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}; t_3 = \frac{TP_3}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}; t_4 = \frac{TP_4}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}$$

这里, T 是设定的周期,取为 120 s。

3 计算机仿真

交通灯方案的优劣以平均车辆延误时间为依据,据此,使用 MATLAB 软件编制了仿真程序(图 2),对

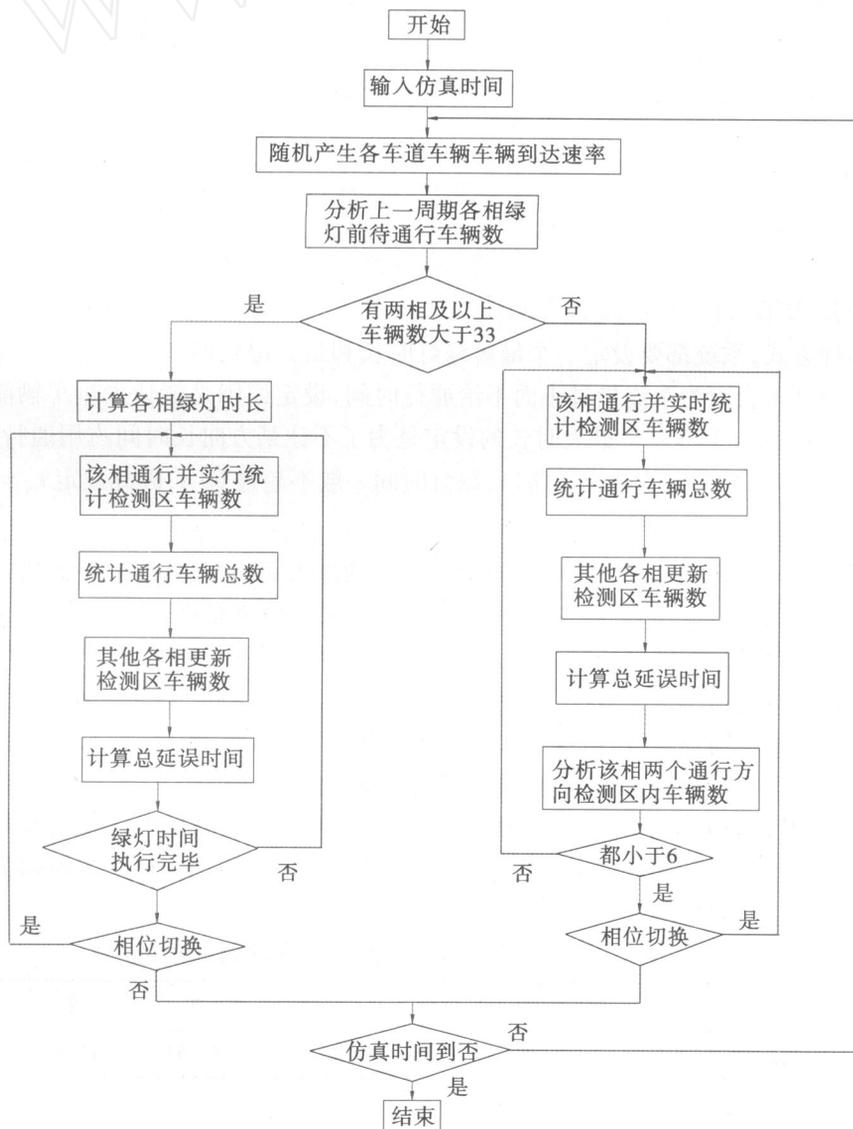


图 2 仿真程序流程图

提出的方案进行了计算机仿真。设定车辆到达速率最大为 0.4 辆 /s,而离开路口的速率平均为 1 辆 /s^[7],在一个交通灯周期内,各方向到达检测区的速率恒定,该速率使用随机数产生。总车辆延误时间为每辆车在相应车道等待时间的总和,而通行的总车辆数为每相两个方向在绿灯时经过路口的车辆数之和,平均车辆延误时间为总延误时间与通行车辆总数之比。仿真时间为 12 000 s,将车流量情况分为轻、中和重三种情形,这三种情形车辆到达速率分别为小于 0.2 辆 /s、0.3 辆 /s 和 0.4 辆 /s,每种情形共进行 6 次仿真,获得的平均车辆延误时间取平均值,结果见表 2。

表 2 各种车流量情况下的平均车辆延误时间

	1	2	3	4	5	6	平均值
车流量轻	18.77	18.78	18.72	18.75	18.90	18.81	18.79
车流量中	40.54	36.69	34.62	44.51	37.21	33.86	37.91
车流量重	47.98	48.47	52.38	45.42	50.76	46.40	48.57

仿真结果与文献 [3] 以及文献 [7] 比较可以看出,在此采用的方案与传统固定配时方案以及采用模糊算法或遗传算法与模糊退火相结合的优化算法相比,车辆的平均延误时间均有较大幅度的减小,这说明该方案是一种更佳的交通灯配时方案。

4 结 论

使用 MATLAB 对该方案进行了计算机仿真,结果显示,车流量在轻、中、重三种情形下获得的平均车辆延误时间均比传统的固定配时方案以及采用模糊算法或改进的模糊算法方案低,说明该方案是一种较好的交通灯智能控制方案。而且,本方案不受地域限制,具有普遍的实用性。本方案中,绿灯时长以某一相两个车流方向中车流量较大方向的待通行车辆数为判断依据,但在同一相不同方向车流量严重不均衡的情况下,会使其他各相车辆的等待时间延长,造成平均车辆延误时间增大,这是本方案的不足之处,但同时也是目前文献中所提各种方案的共同缺点,对这一问题的解决或许可以通过增加相位数的方法实现,这一工作可以在今后完成。

参考文献:

- [1] 徐冬玲. 交通控制的 Fuzzy 控制及神经网络的实现 [J]. 信息与控制, 1992, 21 (2): 74 - 79
- [2] 陈森发, 徐吉谦, 陈洪. 城市主干道交通信号灯模糊线控制的探讨 [J]. 运筹与管理, 1998, 4 (1): 36 - 37
- [3] 陈森发, 陈洪, 徐吉谦. 城市单路口交通的两级模糊控制及其仿真 [J]. 系统仿真学报, 1998, 4 (10): 35 - 40
- [4] GAO J, LI J. Multiphase fuzzy control under hybrid traffic flow of single intersection [A]. Intelligent Transportation Systems 2003 [C]. Washington: 2003. 1 329 - 1 333
- [5] 王晓薇, 王慧. 基于 GA 的交叉路口自适应模糊控制器设计 [J]. 吉林大学学报: 自然科学版, 2004, 22 (4): 346 - 352
- [6] 王晓薇, 王慧. 基于 GA 的交叉路口自适应模糊控制器优化设计 [J]. 公路交通科技, 2004, 21 (9): 107 - 111
- [7] 崔宝侠, 杨继平, 徐春锋. 城市交通灯信号配时控制器优化的一种新策略 [J]. 沈阳工业大学学报: 自然科学版, 2007, 29 (5): 554 - 559
- [8] 唐权. 基于 CORBA 及多层 C/S 模式的分布式软件控制系统 [J]. 重庆工学院学报, 2008, 22 (1): 150

(下转第 92 页)

14 - 16

- [6] 宋森,唐青,许真. 中国 2005 年狂犬病流行相关因素分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2006, 27(11): 956 - 959
- [7] 张永振,肖东楼,孙玉辉. 中国 1984 - 2002 年狂犬病流行情况及防制对策 [J]. 中华流行病学杂志, 2003, 24(10): 883 - 886
- [8] 许秀玲. 焦作市 915 例动物致伤病例的流行病学分析 [J]. 医学动物防制, 2007, 23(6): 419 - 420
- [9] 程慧健,唐音. 1986 - 2000 年江西省狂犬病流行病学分析 [J]. 疾病监测, 2002, 17(1): 23 - 24
- [10] 姜文国, 颜丙新. 2006 - 2007 年济宁市狂犬病流行特征及发病因素分析 [J]. 中国病原生物学杂志, 2008, 3(8): 619 - 620
- [11] 章玲珠,杨进业,刘伟. 1996 - 2000 年广西狂犬病流行病学调查分析 [J]. 广西预防医学, 2001, 7(4): 210 - 212
- [12] 胡家瑜, 徐天强, 伍稚梅. 上海市狂犬病流行病学分析及预防控制策略 [J]. 中华流行病学杂志, 2001, 22(1): 11 - 13

Rabies and its epidemiologic situation

DENG Xiao - hong, BAO Li - xia

(Research Center of Medical Chemistry and Chemical Biology, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: Rabies, which is also called lyssa, is a lethal contagious zoonotic disease by affecting the function of central nervous system. Once infected, clinical symptoms appear, the mortality is nearly 100 percent. Human and all warm blooded animals can be infected, wild animals are the natural host of rabies, but dogs and cats are the main hosts to carry and transmit rabies virus. In recent years, rabies shows increasing trend in China and rabies has become an important factor to affect and threaten public health. Thus, learning the pathogeny characteristic, epidemic situation, diagnosis, prevention and control is of great significance.

Keywords: rabies; epidemiology; prevention and control

责任编辑:代晓红

(上接第 87 页)

The design and simulation of the intelligent traffic light control system

WANG Can, HE Chun, WU Ya - long, GU Ming - xin, CHENG Fa - yin

(College of Computer Science and Information Engineering, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: Based on the traffic flow data collected by the pressure sensor, we presented a set of intelligent traffic light control scheme, that is, according to the actual traffic situation, it can adjust the signal cycle and traffic light proportion automatically to minimize the vehicles stay in the intersection and carry the point of intelligent traffic control. A MATLAB simulation code has been developed to calculate the average delay time of this scheme. Results show that the average delay time is not only smaller than the traditional fixed - time scheme, and also smaller than the scheme using fuzzy algorithm or improved fuzzy algorithm. Moreover, this scheme can be used in all traffic section and all traffic situations.

Keywords: traffic light; intelligent control; average delay time

责任编辑:代晓红